

PEMBUATAN DAN PEMANFAATAN ARANG AKTIF DARI AMPAS DAUN TEH

*(Manufacture and Application of Activated Charcoal
from Waste of Tea Leaf)*

Oleh/by:

R. Sudradjat and Ani Suryani

SUMMARY

This report deals with an experiment on the manufacture of activated charcoal from the wastes of tea-leaf processing. The purpose of the experiment was firstly, to evaluate the influence of H_3PO_4 concentration as a chemical activator on the yield of activated charcoal and its quality, and secondly, to assess the possible use of the corresponding activated charcoal in purifying fructose syrup as well as alcoholic spirit, and reducing the Fe^{3+} ions in the pond water. The tea-leaf wastes were at first immersed in H_3PO_4 solutions at four different concentrations (i.e. 5, 10, 15 and 20 %) for 24 hours. The wastes were removed and air-dried. The activated charcoal was produced by pyrolyzing the air-dry tea-leaf wastes in an electrical heated retort at $850^\circ C$, followed by the activation process. The steam was introduced into the retort and passed through the pyrolyzed tea-leaf wastes for 120 minutes.

The result revealed that the best quality of the activated charcoal was obtained with H_3PO_4 immersion at 10 % with the yield of activated charcoal 13.78 %; the moisture content 6.92 %; ash content 15.68 %, volatile matter 4.68 % and fixed carbon 72.71 %. Adsorptive capacity of iodine was 796.82 mg/g, benzene 5.58 %, $CHCl_3$ 4.14 % and adsorptive capacity of CCl_4 14.19 %.

The quality of fructose syrup and alcoholic spirit after both being purified with the activated charcoal apparently improved. This was shown by the increases in clarity from 87.0 % to 92.0 – 97.2 % (for fructose syrup) and from 243.0 mg/L to 255.6 – 278.4 mg/L (for alcoholic spirit). The quality of the deep-weel water or particularly pond water also after being treated with the activated charcoal improved as well with the decrease in Fe^{3+} ions from 0.079 % to 0.016 – 0.045 %.

The production cost to manufacture activated charcoal from tea-leaf wastes was Rp 5,738.82/kg.

Key words: Activated charcoal, tea leaf, iodine, benzene, fructose

RINGKASAN

Dalam tulisan ini dikemukakan hasil penelitian tentang pembuatan arang aktif dari ampas daun teh dengan kombinasi antara cara kimia dan oksidasi gas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi bahan pengaktif terhadap kualitas arang aktif dan aplikasinya untuk menjernihkan air serta menjadikan ampas daun teh menjadi produk yang mempunyai nilai tambah. Sebelum dibuat arang aktif, bahan baku direndam dalam larutan H_3PO_4 teknis pada konsentrasi 5, 10, 15 dan 20 % selama 24 jam. Proses pembuatan arang aktif dilakukan di dalam retor baja tahan karat yang dilengkapi dengan pemanas listrik pada suhu $850^\circ C$, selanjutnya dialirkan uap air panas selama 120 menit. Arang aktif yang dihasilkan diaplikasikan untuk menjernihkan air kolam, spiritus dan pemurnian gula sirup fruktosa.

Kualitas arang aktif yang terbaik dihasilkan dari ampas daun teh yang direndam H_3PO_4 pada konsentrasi 10 % dengan menghasilkan rendemen sebesar 13,78 %, kadar air 6,92 %, kadar abu 15,68 %, kadar terbang 4,68 %, kadar karbon 72,71 %, daya serap terhadap yodium sebesar 796,82 mg/g, benzena 5,5 $CHCl_3$ 4,14 % dan daya serap terhadap CCl_4 sebesar 14,19 %.

Kualitas air kolam setelah dijemihkan oleh arang aktif hasil percobaan menunjukkan bahwa kadar yang terdapat di dalam air kolam menjadi 0,016 – 0,045 % dari 0,079 %, kejernihan gula fruktosa meningkat dari 87,0 % menjadi 92,0 – 97,2 % dan kemurnian spiritus juga meningkat dari 243,0 mg/l menjadi 255,6 – 278,4 mg/l. Biaya produksi yang dibutuhkan untuk membuat arang aktif dari ampas daun teh adalah sebesar Rp 5.738,82/kg.

Kata kunci: Arang aktif, daun teh, yodium, benzena, fruktosa

I. PENDAHULUAN

Industri yang tetap berjalan stabil selama krisis ekonomi yang sampai saat ini masih berjalan adalah industri sektor pengolahan agro perkebunan dalam hal ini adalah industri teh. Keberhasilan ini utamanya didukung oleh penyediaan bahan baku berupa daun teh yang berkesinambungan dan pola penanaman kembali pohon teh yang terus menerus. Sampai saat ini Indonesia memiliki 20 perusahaan minuman teh botol, baik yang berskala besar maupun kecil dengan kebutuhan daun teh rata-rata sebesar 720 ton/tahun. Salah satu kendala yang dihadapi pabrik teh adalah limbah ampas teh yang cukup tinggi yaitu sebesar 67,85 % dari ampas daun teh yang sampai saat ini belum dimanfaatkan secara optimal, dibiarkan membusuk secara alami. Ampas daun teh sendiri merupakan bagian teh yang tidak larut dalam air ketika dilakukan penyeduhan yang sampai saat ini ampas tersebut tidak dimanfaatkan secara optimal. Apabila dilihat dari komposisi kimia ampas teh yang mempunyai kandungan selulosa sebesar 34,16 %, lignin 29,01 %, tanin 1,70 % dan abu 3,25 % (Susanto, 1983) maka sangat dimungkinkan ampas daun teh ini dimanfaatkan atau diolah lebih lanjut menjadi produk yang mempunyai nilai jual yang tinggi dengan cara dibuat arang aktif. Salah satu keuntungan dengan dibuatnya ampas teh menjadi arang aktif adalah dapat menghemat pemakaian tempurung kelapa dan kayu yang merupakan bahan baku pokok dalam pembuatan arang aktif di Indonesia yang persediaannya cenderung semakin menurun. Keuntungan lainnya adalah selain berhasil melaksanakan program zero waste juga dapat membuka lapangan kerja baru dan menambah devisa negara. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi asam fosfat sebagai bahan pengaktif terhadap sifat dan kualitas arang aktif daun teh.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah ampas daun teh (*Camellia sinensis*) yang berasal dari Cakung, Jakarta. Bahan kimia yang digunakan diantaranya adalah asam fosfat sebagai bahan pengaktif, yodium, benzena dan kloroform untuk penetapan besarnya daya serap arang aktif terhadap larutan dan gas.

B. Metode

Sebelum dibuat arang aktif, ampas teh dikeringkan di udara terbuka sampai mencapai kadar air kering udara. Selanjutnya ampas teh direndam dalam larutan H_3PO_4 teknis pada konsentrasi 5, 10, 15 dan 20 % masing-masing selama 24 jam. Setelah ditiriskan ampas teh tersebut dimasukkan ke dalam retor listrik untuk dibuat arang aktif. Proses aktivasi dilakukan dengan mengalirkan uap air selama 120 menit pada suhu 850°C dengan tekanan uap sebesar 0,025 mbar. Setelah selesai proses aktivasi, retor dibiarkan dingin selama 24 jam selanjutnya arang aktif dikeluarkan dari dalam retor untuk ditetapkan rendemen arang aktif dan di uji kualitasnya yang meliputi penetapan kadar air, abu, zat terbang, karbon terikat, daya serap terhadap yodium, benzena (Anonim, 1995). Untuk menguji tingkat kepolaran permukaan arang aktif dilakukan pengujian besarnya daya serap terhadap CCl_4 dan CHCl_3 . Arang aktif yang dihasilkan diaplikasikan untuk menjernihkan air kolam terutama kandungan logam Fe^{3+} , pemurnian spiritus dan pemucatan gula fruktosa cair. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi H_3PO_4 terhadap kualitas arang aktif dilakukan uji sidik regresi (Sudjana, 1980). Selain itu dilakukan juga perhitungan biaya produksi skala laboratorium.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sifat dan Kualitas Arang Aktif

1. Rendemen

Rendemen arang aktif yang dihasilkan berkisar antara 11,42 – 17,02 % (Tabel 1). Rendemen terendah terdapat pada arang aktif yang dibuat dengan konsentrasi bahan pengaktif H_3PO_4 5 % dan yang tertinggi pada konsentrasi 15 %. Rendahnya rendemen arang aktif pada konsentrasi bahan pengaktif (H_3PO_4) yang rendah (5 %) dikarenakan terjadi kontak langsung antara bahan baku dengan panas di dalam retor sehingga terjadi proses oksidasi lebih lanjut dari bahan baku sehingga atom karbon yang terbentuk relatif sedikit. Hal ini menunjukkan juga bahwa asam fosfat yang terserap sedikit sehingga fungsinya sebagai pengoksid tidak optimal, yang ditunjukkan juga oleh rendahnya kadar karbon arang aktif yang direndam H_3PO_4 5 %, namun demikian terjadi peningkatan rendemen sebesar 96 % apabila tidak direndam H_3PO_4 . Faktor lainnya adalah rendahnya kandungan selulosa daun teh yang kecil (34,16 %) dibandingkan dengan kandungan selulosa dari berbagai jenis kayu yang kadarnya lebih dari 50 %, karena menurut Smisek and Cerny (1970) faktor utama yang menentukan produksi arang aktif dan mekanisme dari aktivasi secara kimia adalah kandungan selulosa bahan. Walaupun hasil perhitungan sidik regresi (Tabel 2) tidak nyata, tetapi dari tabel terlihat bahwa sampai konsentrasi 15 % rendemen arang aktif yang dihasilkan makin tinggi sebaliknya untuk konsentrasi 20 % rendemennya cenderung menurun. Rendahnya rendemen pada konsentrasi 20 % ini lebih disebabkan oleh terjadinya erosi pada dinding pori yang terbentuk karena salah satu fungsi dari asam fosfat adalah memberikan efek pembentukan dan pembesaran pori-pori karbon dengan cara mengerosi permukaan karbon.

Tabel 1. Sifat dan kualitas arang aktif dari daun teh

Table 1. The quality and properties of activated charcoal from tea-leaf wastes

Sifat (Properties)	Konsentrasi (concentration) of H_3PO_4 , %			
	5,0	10,0	15,0	20,0
A. Sifat arang aktif (Properties of activated charcoal)				
1. Rendemen (Yield), %	11,42	13,78	17,02	11,88
2. Kadar air (Moisture content), %	6,50	6,92	7,03	4,64
3. Kadar abu (Ash content), %	16,01	15,68	9,20	13,09
4. Kadar zat terbang (Volatile matter), %	4,92	4,62	5,42	3,92
5. Kadar karbon (Fixed carbon), %	72,56	72,71	78,34	78,35
B. Kualitas arang aktif (Quality of activated charcoal)				
6. Daya serap terhadap I_2 (Adsorptive capacity of I_2), mg/g	640,5	796,8	692,1	731,9
7. Daya serap terhadap C_6H_6 (Adsorptive capacity of C_6H_6), %	3,52	5,58	7,79	9,32
8. Daya serap terhadap $CHCl_3$ (Adsorptive capacity of $CHCl_3$), %	10,33	4,14	11,41	8,20
9. Daya serap terhadap CCl_4 (Adsorptive capacity of CCl_4), %	22,73	14,19	25,19	13,20

Tabel 2. Persamaan regresi antara konsentrasi H_3PO_4 (X) dengan sifat arang aktif (Y)

Table 2. Regression equations between concentration of H_3PO_4 (X) and activated charcoal properties (Y)

Sifat (Properties)	Regresi (Regressions)	Koefisien korelasi (Coefficient of correlation)	F-Hitung (F-calc)
Rendemen (Yield), %	$Y = 12,37 + 0,09X$	0,2349	0,0581
Kadar air (Moisture content), %	$Y = 7,64 - 0,11X$	-0,6350	0,6757
Kadar abu (Ash content), %	$Y = 17,31 - 0,30X$	-0,6252	0,6416
Kadar zat terbang (Volatile matter), %	$Y = 5,27 - 0,04X$	-0,4528	0,2579
Kadar karbon (Fixed carbon), %	$Y = 69,74 + 0,46X$	0,9005	4,2901*
Daya serap terhadap yodium (Adsorptive capacity of iodine), mg/g	$Y = 672,95 + 3,39X$	0,3317	0,1237
Daya serap terhadap benzena (Adsorptive capacity of benzene), %	$Y = 1,65 + 0,39X$	0,9972	183,83**
Daya serap terhadap $CHCl_3$ (Adsorptive capacity of $CHCl_3$), %	$Y = 8,30 + 0,02X$	0,0353	0,0012
Daya serap terhadap CCl_4 (Adsorptive capacity of CCl_4), %	$Y = 23,25 - 0,35X$	-0,3769	0,1656

Keterangan (Remarks) = * Nyata (Significant)

** Sangat nyata (Highly significant)

2. Kadar air

Kadar air arang aktif daun teh berkisar antara 4,64 – 7,03 % (Tabel 1). Angka kadar air ini semuanya memenuhi syarat Standar Nasional Indonesia (1995) karena kadar airnya kurang dari 15 %.

Dari hasil uji sidik regresi (Tabel 2) ternyata perlakuan konsentrasi bahan pengkatif tidak menyebabkan perbedaan yang nyata terhadap kadar air arang aktif daun teh yang dihasilkan. Walaupun demikian sampai konsentrasi 15 % terjadi peningkatan kadar air secara linier dan menurun pada konsentrasi asam fosfat 20 %. Peningkatan kadar air ini dapat terjadi karena adanya reaksi oksidasi dan reduksi antara bahan baku dengan asam fosfat di mana asam fosfat tereduksi menjadi fosfat anhidrida yang bersifat dapat menarik uap air dari udara.

Apabila kadar air arang aktif daun teh ini dibandingkan dengan kadar air arang aktif serbuk gergajian sengon yang menghasilkan kadar air antara 2,55 – 14,08 % (Pari, 1999) maka arang aktif dari daun teh ini masih lebih baik.

3. Kadar abu

Kadar abu arang aktif berkisar antara 9,20 – 16,01 % (Tabel 1). Kadar abu yang memenuhi standar Indonesia (1995) adalah hanya arang aktif yang dibuat dengan asam fosfat 15 % karena kadar abunya kurang dari 10 %. Hasil uji regresi (Tabel 2) menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi bahan pengaktif tidak menyebabkan perbedaan yang nyata terhadap kadar abu yang dihasilkan. Kadar abu terendah terdapat pada arang aktif yang direndam asam fosfat 15 % dan yang tertinggi pada asam fosfat 5 %. Tingginya kadar abu ini lebih disebabkan oleh sifat dan struktur bahan baku itu sendiri sehingga mudah teroksidasi lebih lanjut menjadi abu terutama pada suhu tinggi dan partikel daun yang halus. Selain itu disebabkan juga oleh adanya residu P_2O_5 hasil penguraian dari asam fosfat. Besarnya kadar abu ini dapat mengurangi kemampuan menyerap gas maupun larutan pada waktu proses adsorpsi.

Apabila hasil ini dibandingkan dengan kadar abu arang aktif yang terbuat dari serbuk gergajian sengon yang menghasilkan kadar abu antara 3,66 – 30,85 % (Pari, 1999) maka arang aktif dari daun teh ini masih lebih baik.

4. Kadar zat terbang

Kadar zat terbang arang aktif dari daun teh berkisar antara 3,92 – 5,42 % (Tabel 1). Semua kadar zat terbang ini memenuhi syarat standar Indonesia (1995) karena kadarnya kurang dari 25 %. Hasil perhitungan sidik regresi (Tabel 2) menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh antara perlakuan konsentrasi bahan pengaktif terhadap kadar zat terbang arang aktif. Kadar zat terbang terendah terdapat pada arang aktif yang dibuat pada konsentrasi 20 % dan yang tertinggi pada 15 %. Rendahnya kadar zat terbang pada konsentrasi asam fosfat 20 % ini menunjukkan bahwa residu-residu senyawa hidrokarbon yang menempel pada permukaan arang aktif terekstraksi dan pada waktu proses aktivasi dengan uap air terjadi, yang diikuti dengan pelepasan senyawa tersebut yang tereduksi oleh asam fosfat karena salah satu fungsi bahan pengaktif ini tidak menyebab-

kan residu hidrokarbon membentuk senyawa organik oksigen yang dapat bereaksi dengan kristalit karbon (Hassler, 1963).

Apabila hasil ini dibandingkan dengan kadar zat terbang arang aktif dari serbuk gergajian sengon yang menghasilkan kadar zat terbang antara 9,55 – 34,64 % (Pari, 1999) maka arang aktif dari daun teh ini kualitasnya masih lebih baik.

5. Kadar karbon

Kadar karbon arang aktif daun teh berkisar antara 72,56 – 78,35 % (Tabel 1). Angka kadar karbon ini semuanya memenuhi syarat standar Indonesia (1995) karena kadarnya lebih dari 65 %. Hasil perhitungan sidik regresi (Tabel 2) menunjukkan bahwa konsentrasi bahan pengaktif berpengaruh nyata terhadap kadar karbon arang aktif yang dihasilkan. Makin tinggi konsentrasi bahan pengaktif, kadar karbon yang dihasilkan makin besar. Kadar karbon terendah terdapat pada arang aktif yang dibuat dengan konsentrasi asam fosfat 5 % dan yang tertinggi pada 20 %. Rendahnya kadar karbon ini selain disebabkan oleh besarnya kadar abu dan zat terbang juga menunjukkan bahwa reaksi yang terjadi di dalam reaktor lebih banyak proses oksidasi dibanding dengan reduksi.

Apabila hasil ini dibandingkan dengan kadar karbon arang aktif dari serbuk gergajian sengon yang menghasilkan kadar karbon antara 50,93 – 77,52 % (Pari, 1999) maka arang aktif dari daun teh ini kualitasnya masih lebih baik.

6. Daya serap terhadap yodium

Daya serap arang aktif terhadap yodium berkisar antara 640,5 – 796,8 % (Tabel 1). Dari angka daya serap ini arang aktif semuanya memenuhi syarat Standar AWWA (1978) karena daya serapnya lebih dari 500 mg/g. Tetapi yang memenuhi syarat Standar Indonesia (1995) adalah hanya arang aktif yang dibuat pada konsentrasi asam fosfat 10 % karena daya serapnya lebih dari 750,0 mg/g dan tidak ada yang memenuhi Standar Jepang (1967) karena daya serapnya tidak ada yang mencapai 1050 mg/g. Apabila dilihat dari daya serap yang memenuhi standar AWWA maka aplikasi dari arang aktif daun teh ini lebih baik digunakan untuk menarik kotoran baik kation maupun anion yang terdapat dalam air. Dari hasil perhitungan sidik regresi (Tabel 2) ternyata perlakuan konsentrasi bahan pengaktif tidak menghasilkan daya serap yodium yang berbeda. Daya serap arang aktif terhadap yodium terendah terdapat pada arang aktif yang dibuat pada konsentrasi 5 % dan yang tertinggi pada 10 %. Besarnya daya serap arang aktif menggambarkan banyaknya struktur mikropori yang terbentuk. Selain itu memberikan gambaran terhadap besarnya diameter pori arang aktif tersebut yang dapat dimasuki oleh molekul yang ukurannya tidak lebih dari 10 Angstrom (Smisek and Cerny, 1970).

Besarnya daya serap ini menunjukkan bahwa proses oksidasi dan reduksi antara senyawa hidrokarbon dengan asam fosfat melalui efek interkalasi yaitu masuk/terserapnya anion dari asam fosfat diantara pelat-pelat karbon heksagonal dalam struktur karbon sehingga terjadi pendesakan terhadap residu hidrokarbon yang berada diantara pelat-

pelat karbon heksagonal dari kristalit yang dengan sendirinya akan meningkatkan pembentukan pori arang aktif.

Apabila hasil ini dibandingkan dengan daya serap arang aktif dari serbuk gergajian sengon yang menghasilkan daya serap antara 637 – 1105 mg/g (Pari, 1999) maka arang aktif dari daun teh ini kualitasnya masih lebih rendah. Namun demikian apabila dibandingkan dengan arang aktif dari batubara yang menghasilkan daya serap sebesar 30,30 – 424,20 mg/g (Pari, 2000) dan arang aktif pasaran (426,5 mg/g) maka kualitas arang aktif dari daun teh ini masih lebih baik.

7. Daya serap terhadap C_6H_6

Besarnya daya serap arang aktif terhadap benzena, berkisar antara 3,52 – 9,32 % (Tabel 1). Semua angka ini tidak ada yang memenuhi standar Indonesia (1995) karena daya serapnya kurang dari 25 %. Hasil perhitungan sidik regresi (Tabel 2) menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi asam fosfat berpengaruh sangat nyata terhadap daya serap benzena. Makin tinggi konsentrasi bahan pengaktif, daya serap terhadap benzena makin tinggi. Daya serap terendah terdapat pada arang aktif yang dibuat pada konsentrasi asam fosfat 5 % dan yang tertinggi pada konsentrasi 20 %. Dari tabel 1. terlihat makin tinggi konsentrasi, daya serapnya makin naik. Hal ini menunjukkan bahwa asam fosfat mampu mengoksidasi senyawa deposit hidrokarbon yang terdapat pada permukaan kristalit arang aktif sehingga mengurangi tingkat kepolaran pada atom karbon.

Apabila hasil ini dibandingkan dengan daya serap arang aktif dari serbuk gergajian sengon yang menghasilkan daya serap antara 14,80 – 37,71 % (Pari, 1999) maka arang aktif dari daun teh ini kualitasnya masih lebih rendah. Namun demikian apabila dibandingkan dengan arang aktif dari batubara yang menghasilkan daya serap antara 4,73 – 13,19 % (Pari, 2000) maka hasilnya tidak jauh berbeda, demikian juga dengan arang aktif dari pasaran daya serapnya tidak jauh berbeda yaitu sebesar 6,86 %.

8. Daya serap terhadap $CHCl_3$ dan CCl_4

Daya serap arang aktif limbah daun teh terhadap kloroform dan karbon tetra klorida berkisar antara 4,14 – 11,41 % dan 13,20 – 22,73 % (Tabel 1). Angka ini tidak ada yang memenuhi standar Departemen Kesehatan (Sudrajat dan Salim, 1994) dan standar Jepang (1967) karena daya serapnya kurang dari 40 % dan 60 %. Hasil perhitungan sidik regresi (Tabel 2) menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi bahan pengaktif mempengaruhi daya serap terhadap kloroform. Daya serap terendah terdapat pada arang aktif yang dibuat pada konsentrasi 10 % dan yang tertinggi pada konsentrasi 15 %. Besar kecilnya daya serap arang aktif terhadap kloroform dan karbon tetra klorida banyak dipengaruhi oleh tingkat kepolaran dari permukaan arang aktif seperti adanya senyawa fenol, aldehid dan karboksilat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya serap arang aktif daun teh terhadap gas CCl_4 lebih besar dibandingkan dengan daya serap terhadap $CHCl_3$. Hal ini menunjukkan bahwa permukaan arang aktif lebih bersifat non polar karena struktur penyusunnya hanya atom karbon.

Apabila hasil ini dibandingkan dengan daya serap arang aktif dari serbuk gergajian sengon yang menghasilkan daya serap antara 20,75 – 42,28 % dan 19,21 – 51,74 %

(Pari, dkk.1996) maka arang aktif dari daun teh ini kualitasnya masih lebih rendah. Namun demikian apabila dibandingkan dengan arang aktif dari pasaran yang menghasilkan daya serap sebesar 12,54 dan 5,38 % maka hasilnya tidak jauh berbeda.

B. Pemurnian Kualitas Air Kolam, Gula Fruktosa Cair dan Spiritus.

Kualiti air kolam, gula fruktosa cair dan spiritus setelah dipurifikasi dengan arang aktif daun teh hasil penelitian tercantum pada tabel 3.

Tabel 3. Aplikasi arang aktif daun teh sebagai penjernih sirop fruktosa, spiritus dan penarik ion logam Fe^{3+} dari air kolam

Table 3. The application of activated charcoal from tea-leaf wastes in purifying the fructose syrup as well as alcoholic spirit and removing Fe^{3+} ions from the pond water

Bahan (Items)	Kriteria (Criteria)	Sebelum aplikasi (Before Application)	Sesudah aplikasi (After application)*			
			5,0	10,0	15,0	20,0
Sirop fruktosa (Fructose syrup)	Kejernihan (Clarity),%T	87,0	94,0	97,2	92,0	92,7
Sipritus (Alcoholic spirit)	Kejernihan (Clarity),mg/l	243,0	255,6	278,5	265,5	260,3
Air kolam (Pond water)	Ion Fe^{3+} (Fe^{3+} ions),%	0,079	0,038	0,016	0,036	0,045

Keterangan (Remarks): * Sebelumnya bahan baku arang aktif dari limbah daun teh direndam dalam larutan asam fosfat yang terdiri dari 4 taraf konsentrasi (Raw material of the corresponding activated charcoal from wastes of tea-leaf previously underwent immersion in H_3PO_4 solution which consisted of 4 concentration levels, i.e. 5, 10, 15 and 20 %).

1. Air kolam

Pemakaian arang aktif pada air kolam dengan dosis/konsentrasi 1 % dapat menurunkan kandungan besi yang terdapat dalam air kolam menjadi 0,016 – 0,045 % dari 0,079 % (Tabel 3) atau terjadi penurunan sebesar 20,25 – 56,96 %. Daya serap terhadap besi yang tertinggi terdapat pada air kolam yang dijernihkan dengan arang aktif yang dibuat pada konsentrasi 10 % dan yang terendah pada konsentrasi 20 %. Hal ini menunjukkan bahwa arang aktif yang dibuat pada konsentrasi 10 %, pori-pori yang terbentuk dengan ukuran 10 Angstrom lebih banyak dibandingkan dengan arang aktif yang dibuat pada konsentrasi 20 % yang ditunjukkan dengan besarnya daya serap terhadap yodium (796,82 dan 731,97 mg/g).

2. Gula cair fruktosa

Persen kecerahan warna gula cair fruktosa setelah dijernihkan dengan arang aktif daun teh naik menjadi 92 – 97,2 % dari 87 % (Tabel 3). Persentasi yang tertinggi terdapat pada gula fruktosa yang dijernihkan dengan arang aktif yang dibuat pada konsen-

trasi 10 % dan yang terendah pada konsentrasi 15 %. Meningkatnya kecerahan warna gula ini menunjukkan bahwa arang aktif dapat menarik warna coklat akibat proses samping hidrolisa yang disebut "browning".

3. Spiritus

Kemurnian spiritus dari adanya bahan kimia setelah dijernihkan arang aktif duan the meningkat menjadi 255,65 – 278,45 mg/L dari 243,0 mg/L (Tabel 3). Kemurnian ter-tinggi terdapat pada spiritus yang dijernihkan dengan arang aktif yang dibuat pada konsentrasi 10 % dan yang terendah pada konsentrasi 5 %. Meningkatnya kemurnian ini menunjukkan bahwa sprititus yang beredar dipasaran dicampur dengan zat warna yang berwarna biru, hal ini ditunjukkan dengan warna spritius setelah dijernihkan menjadi tidak berwarna.

4. Kondisi optimum pembuatan arang aktif

Kondisi optimum didefinisikan sebagai perlakuan yang dapat memberikan hasil arang aktif terbaik yang didasarkan atas rendemen dan daya serap yodium (Hartoyo *et al*, 1990). Kondisi optimum untuk membuat arang aktif dari ampas daun teh adalah arang aktif yang dibuat pada konsentrasi 15 % dengan total bilangan yodium 117,79 mg/g (Tabel 4). Pada perlakuan ini rendemen yang dihasilkan sebesar 17,02 % dengan daya-serap yodium sebesar 692,1 mg/g. Angka daya serap ini hanya memenuhi standar AWWA (1978) karena daya serapnya lebih dari 500 mg/g, tetapi tidak memenuhi SNI (1995) karena daya serapnya kurang dari 750 mg/g. Untuk memenuhi standar Indonesia maka kondisi optimum yang terbaik adalah arang aktif yang dibuat pada konsentrasi 10 % yang menghasilkan total bilangan yodium 109,79 mg/g dengan rendemen arang aktif sebesar 13,78 % dan daya serap terhadap yodium sebesar 796,8 mg/g.

Tabel 4. Hasil pemeriksaan terhadap total bilangan yodium arang aktif ampas daun teh

Table 4. Examination on the total iodine index in the activated charcoal from tea leaf wastes

Konsentrasi (Concentration), % H ₃ PO ₄	Total bilangan yodium (Total iodine index), mg/g
5	73,14
10	109,79
15	117,79
20	86,94

C. Biaya Produksi Arang Aktif Limbah Daun Teh Skala Laboratorium

Dalam tulisan dibahas biaya produksi arang aktif skala laboratorium. untuk setiap kg arang aktif dari limbah daun teh. Beberapa parameter dasar komponen biaya produksi sebagai dasar pertimbangan adalah:

1. Harga limbah ampas teh = Rp 0,00/kg (Tidak termasuk biaya angkut limbah)
2. Harga asam fosfat = Rp 3.000,00/kg
3. Biaya listrik = Rp 147,00/kwh
4. Gas elpiji = Rp 800,00/kg

Arang aktif yang akan dibuat menggunakan asam fosfat 10 % sebagai bahan pengaktif. Rendemen yang dapat dihasilkan sebesar 13,78 %. Sehingga dalam setiap kg arang aktif membutuhkan $(100/13,78) \times 1 \text{ kg} = 7,25 \text{ Kg}$ ampas teh kering dan asam fosfat yang diperlukan sebanyak $10 \% \times 7,25 \text{ Kg} = 0,725 \text{ Kg}$.

Gas elpiji yang diperlukan untuk membuat 1 kg arang aktif adalah sebesar 0,5 Kg dan listrik yang dibutuhkan sebesar 21 kwh serta biaya transportasi untuk setiap Kg arang aktif sebesar Rp 20,0. Berdasarkan asumsi data tersebut maka perkiraan biaya per Kg produk arang aktif sbb:

1. Harga limbah	= 7,25 Kg x Rp 0,00	= Rp 0.00
2. Harga asam fosfat	= 0,725 Kg x Rp 3.000	= Rp 2.175,00
3. Biaya gas	= 0,500 Kg x Rp 800	= Rp 400'00
4. Biaya listrik	= 21 kwh x Rp 147	= Rp3.087'00
5. Transportasi		= Rp 20'00
Total biaya produksi/Kg		= Rp 5.682'00

Biaya overhead per Kg produk = $1 \% \times \text{Rp } 5682 = \text{Rp } 56,82$

Jadi Biaya produksi untuk setiap Kg produk arang aktif setelah ditambah overhead menjadi Rp 5.738,82. Harga jual arang dipasaran adalah sebesar Rp 6.500.- Dilihat dari margin keuntungan, sangat dimungkinkan untuk memproduksi arang aktif dari limbah daun teh skala industri.

IV. KESIMPULAN

Limbah ampas daun teh dapat digunakan sebagai bahan baku untuk dibuat arang aktif. Rendemen yang dihasilkan berkisar antara 11,42 – 17,02 %, kadar air antara 4,64 – 7,03 %, kadar abu antara 9,20 – 16,01 %, kadar zat terbang antara 3,92 – 5,42 %, kadar karbon terikat antara 72,56 – 78,35 %. Daya serap terhadap yodium berkisar antara 640,5 – 796,8 mg/g (memenuhi standar AWWA). Daya serap terhadap benzena antara 3,52 – 9,32 %, daya serap terhadap kloroform antara 4,14 – 11,41 % dan daya serap terhadap karbon tetra klorida berkisar antara 13,20 – 25,19 %.

Kualitas arang aktif yang terbaik dihasilkan dari daun teh yang direndam di dalam asam fosfat 10 % yang menghasilkan daya serap terhadap yodium yang memenuhi standar SNI yaitu sebesar 796,82 mg/g.

Penggunaan arang aktif dari ampas daun teh ini untuk menjernihkan/memurnikan air kolam dapat mengurangi kandungan besi dari 0,079 % menjadi 0,016 – 0,045 %, meningkatkan kejernihan gula sirup dan spiritus cair dari 87 % menjadi 92,0 – 97,2 % dan dari 243 mg/l menjadi 255,65 – 278,45 mg/l. Biaya produksi untuk membuat setiap kg produk arang aktif dari limbah daun teh ini dalam skala laboratorium adalah sebesar Rp 5.738,82.

DAFTAR PUSTAKA

- Japanese industrial standard. 1967. Testing method for activated carbon. JIS-K 1474. Japanese Standards Association, Tokyo.
- American Water Works Association. 1978. Standard for powdered activated Carbon.
- Arang aktif teknis. 1995. Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995. Jakarta.
- Hassler, J.W. 1963. Active carbon. Chemical Publishing Company, Inc, New York.
- Hartoyo, Hudaya dan Fadli. 1990. Pembuatan arang aktif dari tempurung kelapa dan Kayu bakau dengan cara aktivasi uap. Jurnal Penelitian Hasil Hutan. 18 (1):8-16.
- Pari, G. 1999. Karakterisasi arang aktif dari arang serbuk gergajian sengon dengan bahan pengaktif NH_4HCO_3 . Buletin Penelitian Hasil Hutan. 17 (2): 89-100.
- Pari, G. 2000. Pembuatan arang aktif dari batubara. Buletin Penelitian Hasil Hutan. 17 (4): 220 – 230
- Pari, G. Buchari dan Sulaeman. 1996. Pembuatan dan kualitas arang aktif dari kayu sengon sebagai bahan adsorben. Buletin Penelitian Hasil Hutan. 14 (7): 274-289.
- Sudrajat dan Salim. 1994. Petunjuk teknis pembuatan arang aktif. Pusat Penelitian Hasil Hutan, Bogor. No. 01/Thl/94.
- Susanto, C. 1983. Hubungan analisis kimia dan organik dalam pengendalian kualitas teh hitam. Warta BPTK 9(1): 73-79.
- Sudjana. 1980. Disain dan eksperimenatl. Tarsito, Bandung.
- Smisek and Cerny. 1970. Active carbon: Manufacture, properties and applications. Elsevier Publishing Company, New York.